

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of
the following application as filed with this Office.

Date of Application: July 10, 2000

Application Number: 2000-207973

Applicant(s): Kawasaki Steel Corporation

October 13, 2000

Commissioner,
Patent Office

Kozo OIKAWA

Certification No. 2000-3084244

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 7月10日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-207973

出 願 人
Applicant (s):

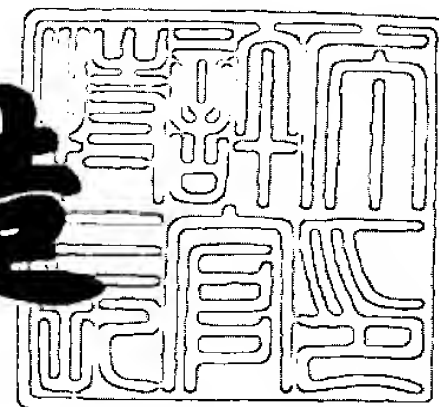
川崎製鉄株式会社

RECEIVED
APR -5 2001
TC 1700 MAIL ROOM

2000年10月13日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3084244

【書類名】 特許願

【整理番号】 00J00678

【提出日】 平成12年 7月10日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 B22D 11/10

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社
技術研究所内

 【氏名】 三木 祐司

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社
技術研究所内

 【氏名】 桐原 理

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社
技術研究所内

 【氏名】 竹内 秀次

【特許出願人】

 【識別番号】 000001258

 【氏名又は名称】 川崎製鉄株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100099531

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小林 英一

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 018175

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 金属の連続鑄造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属の連続鑄造方法において、鑄型内溶湯に非移動振動磁界を印加して同溶湯に振動のみを励起することを特徴とする金属の連続鑄造方法。

【請求項 2】 前記非移動振動磁界は、鉄心にコイルを装着してなる電磁石を鑄型厚両側で対向させて鑄型幅方向に配列し、各コイルに単相交流電流を通電してつくられることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 前記鉄心は、個々に分離した単鉄心、またはコイル装着部としての櫛歯部を有する櫛状鉄心であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】 前記単相交流電流は、周波数 0.10～60Hz のものであることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、表面欠陥の少ない金属鑄片の連続鑄造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

連続鑄造において、溶融金属（溶湯）を鑄型に注入する際には、浸漬ノズルを用いる場合が多い。この場合、溶湯表面の流速が大きすぎると溶湯上部のモールドフラックスを巻き込んだり、また、溶湯表面の流速が小さすぎると、その位置で溶湯が淀んで偏析し、最終的に表面偏析となることがあった。かかる表面欠陥を軽減する手段として、鑄型内溶湯に静磁界および／または移動磁界（交流移動磁界）を印加して溶湯の流速を制御する方法が知られている。

【0003】

しかし、静磁界で溶湯流を制動（電磁ブレーキ）しようとする際には、特に、溶湯の淀み位置での偏析が、また、移動磁界で溶湯を攪拌（電磁攪拌）しようとする際には、流速が大きい位置でのモールドフラックスの巻き込み（フラックス

巻き込み) が、それぞれ発生し易いという問題があった。

この問題に対処すべく、磁場のかけ方を工夫した提案が幾つかなされている。例えば、特開平 9 - 182941 号公報には、移動磁界による溶湯の攪拌方向を周期的に反転させて、攪拌部より下方への介在物の拡散を防ぐ方法が開示され、また、特開平 8 - 187563 号公報には、鑄型振動に応じて高周波電磁力の大きさを変化させてブレークアウトを防止する方法が開示され、また、特開平 8 - 267197 号公報には、電磁制動力切り換え時の磁束密度変化率に傾斜をもたせて溶鋼流動の変化を小さくし介在物欠陥を防止する方法が開示され、また、特開平 8 - 155605 号公報には、鑄型厚み方向に連続する低電気伝導層を介して 10 ~ 1000 Hz の水平方向移動磁界を印加して溶湯にピンチ力を加えて鑄型と溶湯間の接触圧を低減する方法が開示されている。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、何れの方法においても、移動磁界により大きなマクロ溶湯流動が誘起され、あるいは、静磁界の小さいところで溶湯流速が大きくなり、フラックス巻き込みを十分に防止できるまでに至っていない。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、前記従来技術の限界を打破し、フラックス巻き込み、表面近くで捕捉される気泡や非金属介在物、および表面偏析の極めて少ない鑄片が得られる金属の連続鑄造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記の目的を達成すべく鋭意調査を重ねた結果、以下の知見を得た。

1) 静磁界による溶湯流動制御は、モールドフラックスの巻き込み防止および介在物の侵入に極めて有効であるが、磁場が強いときには、流速が小さくなり溶湯表面での半凝固によって表面偏析 5 を引き起こす (図 1 参照)。

【 0 0 0 7 】

2) 移動磁界による溶湯流動制御では、表面偏析 5 や、凝固界面での異物 (気

泡や非金属介在物 4) 捕捉を防止できるが、溶湯流速 2 が大きくなるため、モールドフラックスの巻き込みが発生しやすく、巻き込まれるモールドフラックス 3 の量が増えやすい。(図 1 参照)

3) フラックス巻き込みを抑制しつつ、溶湯表面での半凝固、凝固界面での異物捕捉を防止するためには、溶湯にマクロな流動は誘起せず振動のみ誘起する電磁力を作用させる方法が極めて効果的であり、このような電磁力は、移動せずに振動する交流磁場(以下、非移動振動磁界という)により生み出すことができる。

【 0 0 0 8 】

本発明は、かかる知見を基になされたものである。

すなわち、本発明は、金属の連続鑄造方法において、鑄型内溶湯に非移動振動磁界を印加して同溶湯に振動のみを励起することを特徴とする金属の連続鑄造方法である。

前記非移動振動磁界は、鉄心にコイルを装着してなる電磁石を鑄型厚両側で対向させて鑄型幅方向に配列し、各コイルに単相交流電流を通電してつくるのが好ましい。

【 0 0 0 9 】

前記鉄心は、個々に分離した単鉄心でもよく、また、コイル装着部としての櫛歯部を有する櫛状鉄心でもよい。

前記単相交流電流は、周波数 0.10~60Hz のものが好ましい。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

本発明では、連続鑄造中の鑄型内溶湯に非移動振動磁界を印加して同溶湯に振動のみを励起するようにした。非移動磁界であるため、移動磁界におけるような溶湯バルク流(マクロな流動)は生起しないから、フラックス巻き込みは発生し難い。また、振動磁界であるため、凝固界面付近で溶湯の微小振動が生起し、この微小振動によって凝固界面への異物(気泡や非金属介在物)捕捉が防止できるとともに、表面偏析の原因となるメニスカス(溶湯表面)付近での不均一凝固も抑制できる。

【 0 0 1 1 】

非移動振動磁界は、例えば図 2、図 3 に示すように、鉄心 8 にコイル 9 を装着してなる電磁石 7 を鋳型 6 の厚さ方向両側で対向させて鋳型 6 の幅方向に配列し、各コイル 9 に単相交流電流を通電してつくることのできる。なお、図 2、図 3 において、20 は磁力線である。

図 2 の例（第 1 例）は、対向する二コイル 9、9 を互いに同じ向き (x, x または y, y) に巻き、かつ同じ配列内で隣り合う二コイル 9、9 を互いに逆向き (x, y) に巻いて、単相交流電流を通電するもので、同じ配列内で隣り合う二つの電磁石 7、7 間で磁力の向きが時間によって反転するため、溶湯には鋳型幅方向の振動流 10 のみが励起され、バルク流は生じない。

【 0 0 1 2 】

図 3 の例（第 2 例）は、対向する二コイル 9、9 を互いに逆向き (x, y) に巻き、かつ同じ配列内で隣り合う二コイル 9、9 を互いに同じ向き (x, x または y, y) に巻いて、単相交流電流を通電するもので、対向する二つの電磁石 7、7 間で磁力の向きが時間によって反転するため、溶湯には鋳型厚方向の振動流 11 のみが励起され、バルク流は生じない。

【 0 0 1 3 】

これに対し、移動磁界は、例えば図 4 に示すように、鉄心 8 にコイル 9 を装着してなる電磁石 7 を鋳型 6 の厚さ方向両側で対向させて鋳型 6 の幅方向に配列し、各コイル 9 に三相交流電流を通電してつくられる。u, v, w は三相交流電流の相異なる三位相である。左側 6 コイルと右側 6 コイルとは互いに逆向き (x, y) に巻かれている。このようにしてつくられる移動磁界では、磁力の向きが一定（鋳型幅の一端から他端に向かう向き）となるため、溶湯には鋳型 6 壁に沿って水平旋回するバルク流 12 が生起し、フラックス巻き込みを抑制するのが難しい。

【 0 0 1 4 】

ところで、本発明では、電磁石の鉄心は、図 2、図 3 のように個々に分離した単鉄心でもよいが、例えば図 5 に示すように、コイル 9 装着部としての櫛歯部 14 を有する櫛状鉄心 13 でもよい。この場合は、鋳型 6 厚両側に 1 個ずつの櫛状鉄心 13 を設け、各櫛歯部 14 にコイル 9 を装着すればよいから、電磁石の製作が容易に

なるという利点がある。

【0015】

また、本発明では、コイルに流す単相交流電流は、周波数0.10～60Hzのものが好ましい。というのは、周波数0.10Hz以上とすれば表皮効果が大きくなり、凝固界面近傍に振動を集中させることができ、より大きい異物捕捉防止効果が得られるが、周波数60Hz超では振動付勢力が溶湯の粘性抵抗に近くなり、溶湯の振動が弱まって異物捕捉防止効果が減衰するからである。

【0016】

以上に述べたように、本発明によれば、表面偏析がなく、鑄片に捕捉される異物（気泡、非金属介在物）が少なく、フラックス巻き込みも少ない高品質の金属鑄片を鑄造することができるようになる。

なお、電磁石の設置場所は、溶湯表面に近い位置が望ましいが、ノズル吐出孔よりも下の位置であっても類似の効果が得られる。

【0017】

【実施例】

転炉－RH処理にて溶製した極低炭素Alキルド溶鋼（代表化学組成を表1に示す）約300tonを、連続鑄造機にて、浸漬ノズルを用いて鑄型に速度4～5 ton/minで鑄込み、幅1500～1700mm、厚み220mmのスラブを鑄造するにあたり、鑄型の溶湯表面相当位置を含む部位に図2～図4の何れかの形態で電磁石を配設し、その各コイルに種々の周波数の三相交流電流または単相交流電流を通電して、最大磁束密度0.1 Tの移動磁界または三相あるいは非移動振動磁界を印加しながら、あるいは磁界を印加せずに、鑄造する実験を行った。

【0018】

【表1】

C	Si	Mn	P	S	Al	Ti
0.0015	0.02	0.08	0.015	0.004	0.04	0.04

【0019】

この実験では、静磁界印加条件毎に、表面偏析、フラックス性表面欠陥、気泡・介在物量の3項目を以下の要領で調査した。

〔表面偏析〕スラブ研削後、エッチングを行い目視観察によって 1 m^2 当たりの偏析個数をカウント

〔フラックス性表面欠陥〕冷間圧延後のコイルの表面欠陥を目視検査し、欠陥サンプルを採取後、欠陥部を分析することによってモールドフラックスの巻き込みによる欠陥個数をカウント

〔気泡・介在物量〕鋳片の $1/4$ 厚み部位からスライム抽出法によって非金属介在物を抽出し、その重量を測定（気泡については、鋳片表層部をスライスし、透過X線によって気泡個数を調査）

結果を磁場印加条件と併せて表2に示す。なお、上記3項目の評価値は何れも指数（全条件中のワーストデータに対する比を10倍した数値）で表示した。

【0020】

【表2】

	幅中央の 磁束密度 (T)	電磁石の 配置形態	交流電 流の 種類	周波数 (Hz)	表面偏析 指数 (-)	フラックス性欠陥 指数 (-)	気泡・介在物 量 指数 (-)	総合 評価
比較例1	0	-	-	-	10	10	10	×
比較例2	0	-	-	-	7.0	9.5	9.5	×
比較例3	0.1	図4	三相	5	0	5.1	2.5	×
比較例4	0.1	図4	三相	10	0	8.0	3.2	×
比較例5	0.1	図4	三相	20	0	9.5	2.8	×
実施例1	0.1	図2	単相	0.05	0	3.9	1.4	△
実施例2	0.1	図2	単相	0.10	0	3.1	1.0	○
実施例3	0.1	図2	単相	5	0	3.2	1.2	○
実施例4	0.1	図2	単相	60	0	0.2	0.9	○
実施例5	0.1	図3	単相	5	0	0.2	0.6	○
実施例6	0.1	図3	単相	20	0	0.1	0.5	○
実施例7	0.1	図3	単相	60	0	0.2	0.8	○
実施例8	0.1	図3	単相	65	0	3.2	3.0	△

【0021】

表2からわかるように、非移動振動磁界を印加した本発明の実施例では、表面偏析、モールドフラックス巻き込みによる欠陥、気泡・非金属介在物を顕著に低減することができた。

なお、実施例1では0.05Hzと周波数が低すぎるため、一部でマクロな流動が励起され、フラックス性表面欠陥が僅かに増加した。また、実施例8では周波数が

65Hzと高すぎるため、振動が弱くなり、気泡・介在物個数が若干多くなった。

【0022】

【発明の効果】

本発明によれば、鋳片に捕捉される気泡・非金属介在物、および鋳片表面偏析、ならびにモールドフラックス起因の表面欠陥および内部介在物の少ない金属鋳片を鋳造でき、高品質の金属製品の製造が可能になるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

フラックス巻き込み、表面偏析、異物捕捉の発生機構を示す模式図である。

【図2】

非移動振動磁界のつくり方の第1例を示す模式図である。

【図3】

非移動振動磁界のつくり方の第2例を示す模式図である。

【図4】

移動磁界のつくり方の例を示す模式図である。

【図5】

櫛状鉄心の例を示す模式図である。

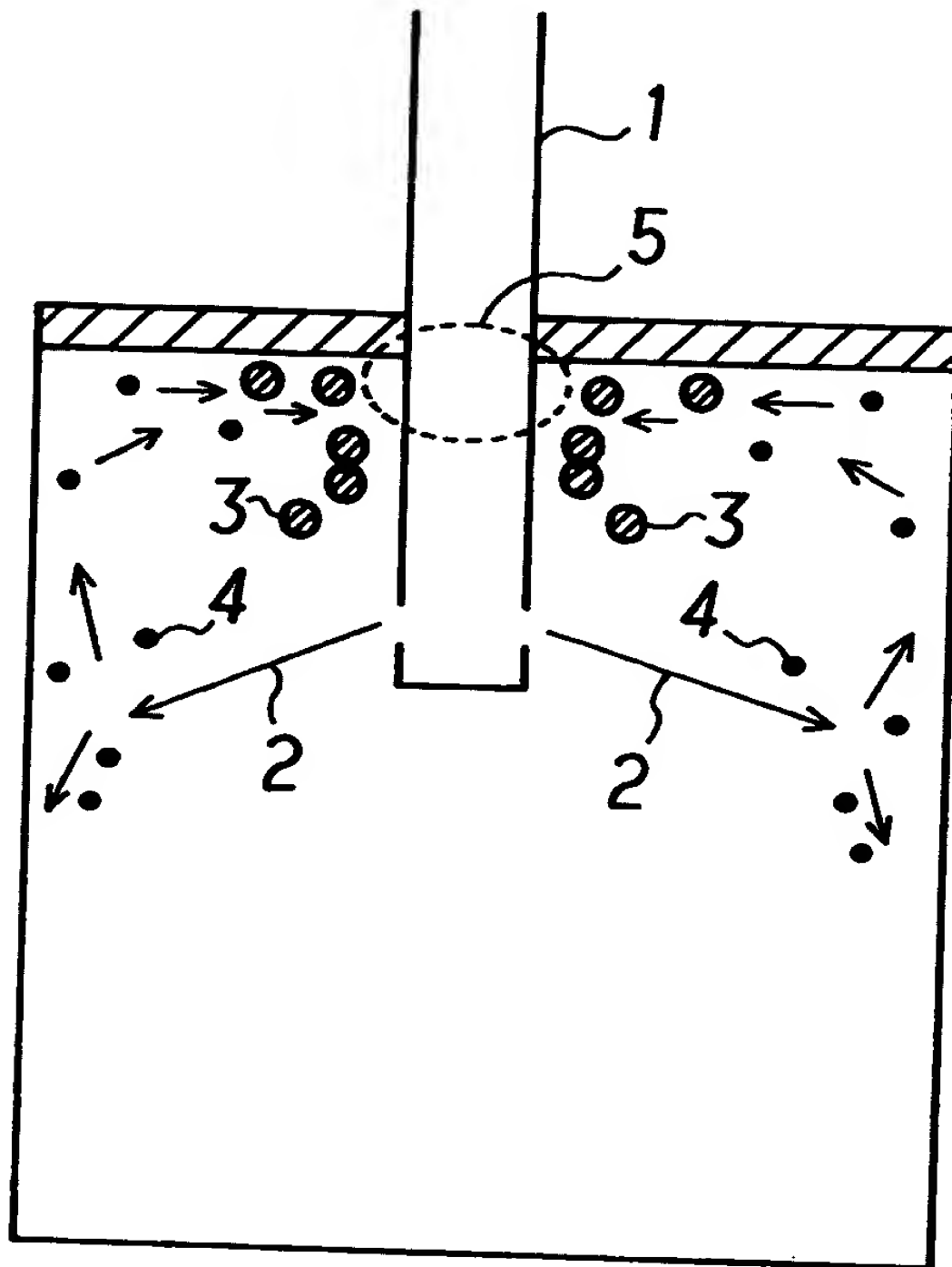
【符号の説明】

- 1 溶湯注入ノズル（浸漬ノズル）
- 2 溶湯流速
- 3 巻き込まれるモールドフラックス
- 4 非金属介在物
- 5 表面偏析
- 6 鋳型
- 7 電磁石
- 8 鉄心
- 9 コイル
- 10 鋳型幅方向の振動流

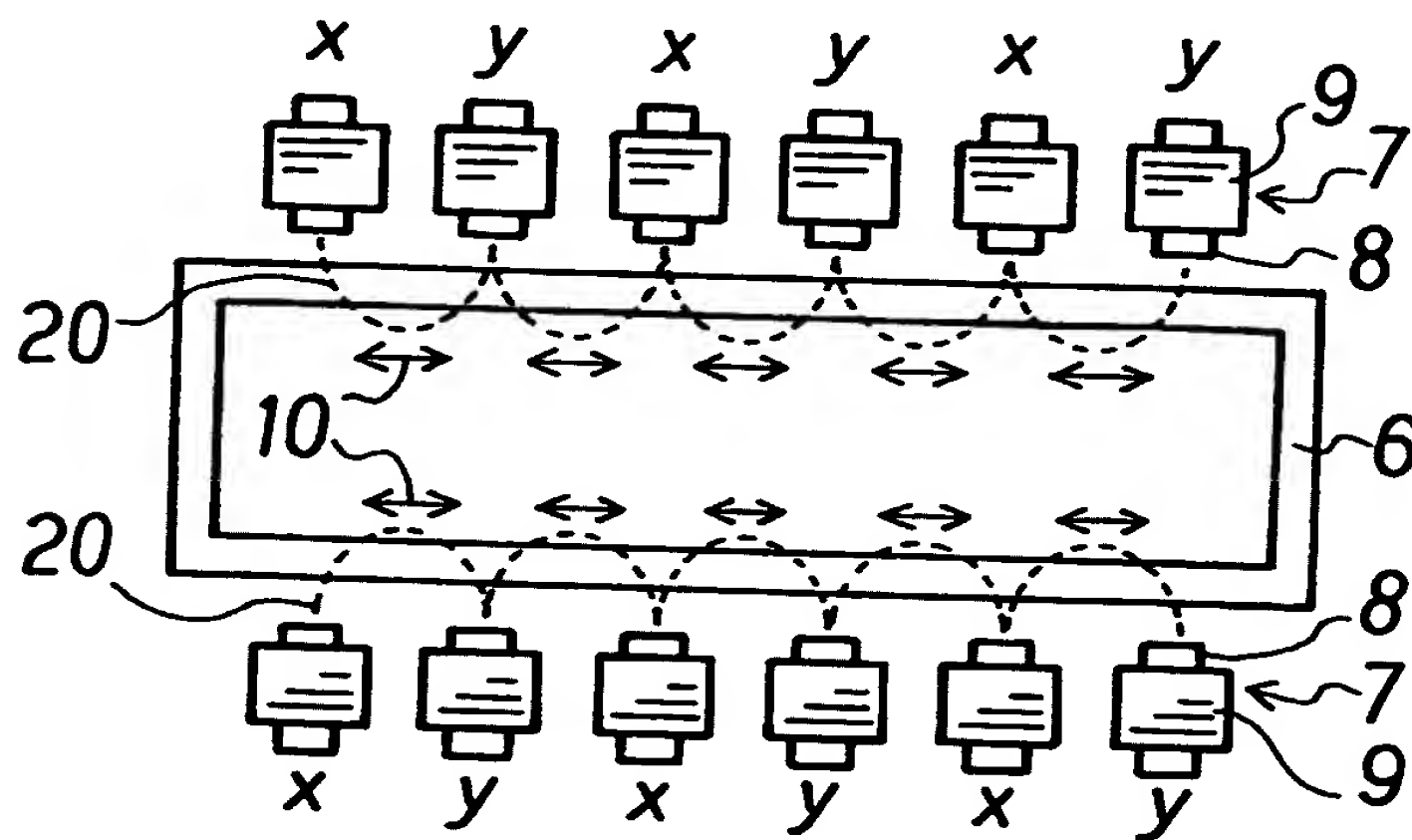
- 11 鋳型厚方向の振動流
- 12 バルク流
- 13 櫛状鉄心
- 14 櫛歯部
- 20 磁力線

【書類名】 図面

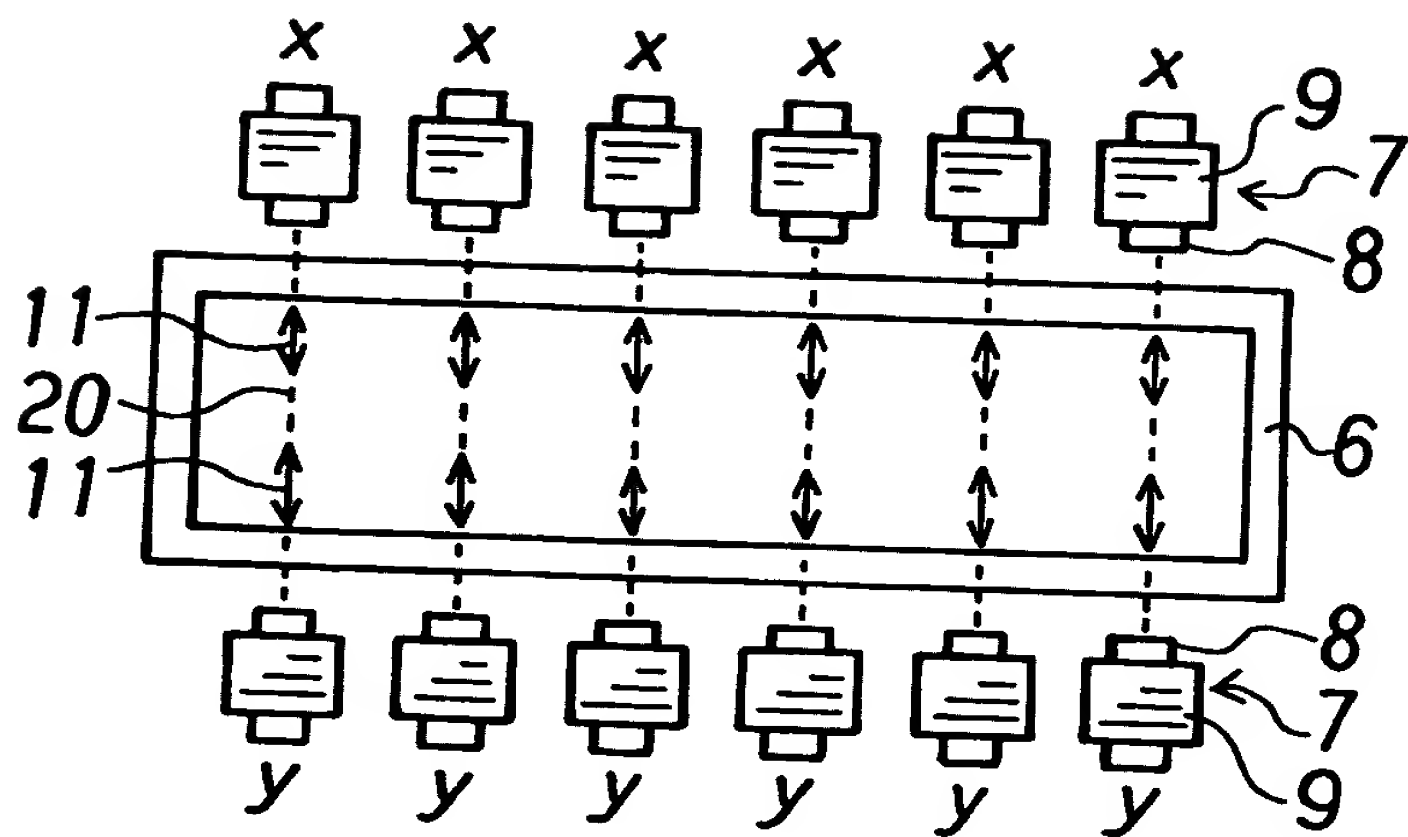
【図1】



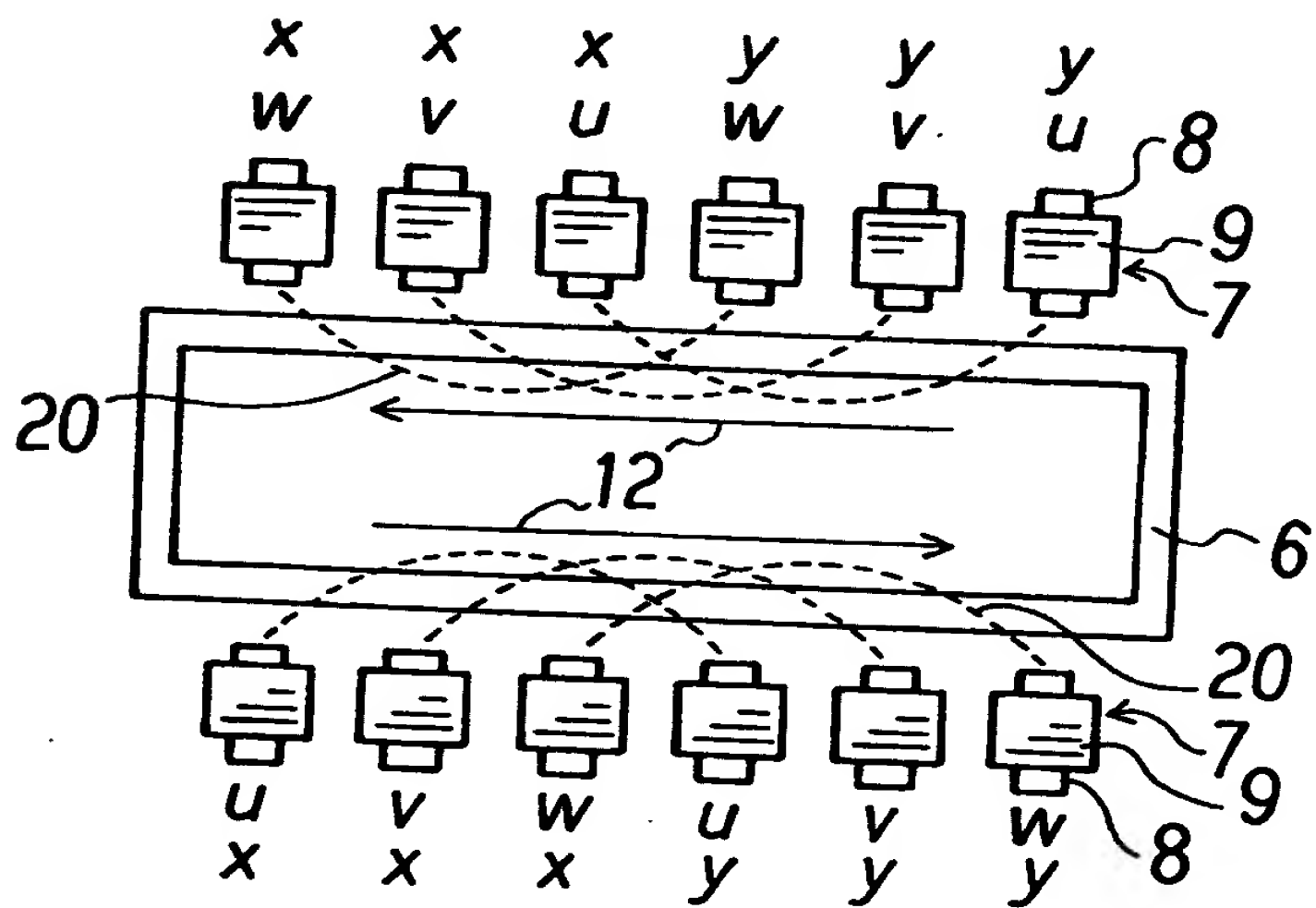
【図2】



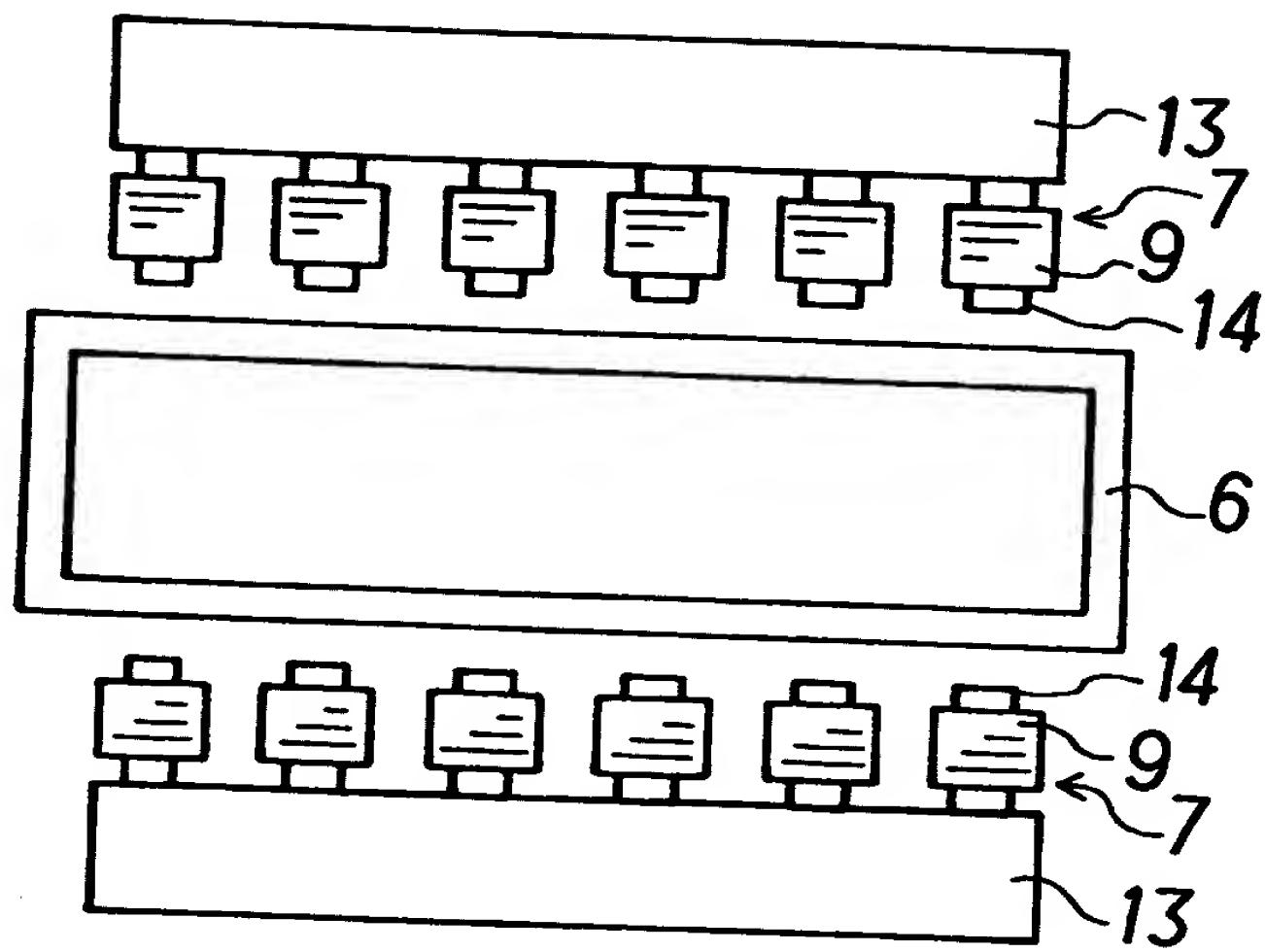
【図3】



【図4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要 約】

【課 題】 フラックス巻き込み、表面近くで捕捉される気泡や非金属介在物、および表面偏析の極めて少ない鑄片が得られる金属の連続鑄造方法を提供する。

【解決手段】 金属の連続鑄造方法において、鑄型6内溶湯に非移動振動磁界を印加して同溶湯に振動のみを励起する。前記非移動振動磁界は、鉄心8にコイル9を装着してなる電磁石7を鑄型厚両側で対向させて鑄型幅方向に配列し、各コイルに単相交流電流を通電してつくるのが好ましい。前記鉄心は、個々に分離した単鉄心でもよく、また、コイル装着部としての櫛歯部を有する櫛状鉄心でもよい。前記単相交流電流は、周波数0.10~60Hzのものが好ましい。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000001258]

1. 変更年月日

1990年 8月13日

[変更理由]

新規登録

住 所

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

氏 名

川崎製鉄株式会社